



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007109531/02, 15.03.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
15.03.2007

(43) Дата публикации заявки: 20.09.2008

(45) Опубликовано: 20.03.2009 Бюл. № 8

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2015198 C1, 30.06.1994. RU 2025540  
C1, 30.12. 1994. SU 1511031 A1, 30.09.1989.  
SU 1366333 A1, 15.01.1988. JP 63-134127 A,  
06.06.1988. JP 2003-129216 A, 08.05.2003.

Адрес для переписки:

622031, Свердловская обл., г. Нижний Тагил,  
ул. Красногвардейская, 59, Нижнетагильский  
технологический институт УГТУ-УПИ (ф),  
директору В.Ф. Пегашкину

(72) Автор(ы):

Астафьев Геннадий Иванович (RU),  
Файншмидт Евгений Михайлович (RU),  
Пегашкин Владимир Федорович (RU),  
Пилипенко Владимир Васильевич (RU),  
Андрянов Андрей Владимирович (RU),  
Пилипенко Василий Францевич (RU),  
Крашенинников Дмитрий Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Уральский государственный технический  
университет-УПИ" (RU)

## (54) СПОСОБ ЦИАНИРОВАНИЯ СТАЛЬНЫХ ИЛИ ТИТАНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области черной  
металлургии и машиностроению, а именно к  
способам цианирования стальных или титановых  
изделий. Способ включает нанесение на рабочую  
поверхность изделия диффузионных слоев,  
содержащих углерод и азот. Нанесение

диффузионных слоев осуществляют  
электроэрозионным легированием графитовым  
электродом, охлаждаемым газообразным азотом.  
Технический результат - повышение  
микротвердости и износостойкости получаемых  
слоев. 1 табл.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2007109531/02, 15.03.2007**(24) Effective date for property rights: **15.03.2007**(43) Application published: **20.09.2008**(45) Date of publication: **20.03.2009 Bull. 8**

Mail address:

**622031, Sverdlovskaja obl., g. Nizhnij Tagil,  
ul. Krasnogvardejskaja, 59, Nizhnetagil'skij  
tekhnologicheskij institut UGTU-UI (f),  
direktoru V.F. Pegashkinu**

(72) Inventor(s):

**Astaŕev Gennadij Ivanovich (RU),  
Fajnshmidt Evgenij Mikhajlovich (RU),  
Pegashkin Vladimir Fedorovich (RU),  
Pilipenko Vladimir Vasil'evich (RU),  
Andrijanov Andrej Vladimirovich (RU),  
Pilipenko Vasilij Frantsevich (RU),  
Krashennikov Dmitrij Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie  
vysshego professional'nogo obrazovanija  
"Ural'skij gosudarstvennyj tekhnicheskij  
universitet-UI" (RU)**

(54) **CYANIDATION METHOD OF STEEL OR TITANIC PRODUCTS**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention concerns ferrous metallurgy field and mechanical engineering. Particularly it concerns cyanidation methods of steel or titanic products. Method includes application on working surface of product of

diffusion layers containing carbon and nitrogen. Diffusion layers application is implemented by means of electroerosion alloying by graphite electrode, cooled by gaseous nitrogen.

EFFECT: increasing of microhardness and wear resistance of received layers.

1 tbl, 1 ex

Предлагаемое изобретение относится к области черной металлургии и машиностроению, в частности к упрочнению деталей и изделий методом диффузионного цианирования.

Известен способ твердого цианирования с применением смеси следующего состава: 60-70% древесного угля и 30-40% желтой кровяной соли. Интенсивная диссоциация цианистых солей начинается в твердом состоянии при 540-560°C (Геллер Ю.А. Инструментальные стали. М.: Металлургия, 1975, с.489-490). Недостатком данного процесса является дороговизна азотсодержащего компонента - желтой кровяной соли, а также его токсичность.

Известен способ цианирования с применением смеси следующего состава: 70% желтой кровяной соли, 20% сажи, 5% мела и 5% соды. Интенсивная диссоциация цианистых солей начинается при расплавлении при температуре 650°C (Долженков В.Н. Цианирование улучшаемых сталей в пастах. Курск, ГТУ, 2001, 127 с.). Недостатком данного процесса является дороговизна азотсодержащего компонента - желтой кровяной соли, его токсичность, а также относительно высокая температура процесса по сравнению с другими низкотемпературными процессами.

Известен способ упрочнения стальных деталей, включающий высокотемпературную нитроцементацию с выдержкой в начале при 800-900°C, а затем при 940-960°C с последующим отпуском при 630±10°C, а закалку и отпуск по принятым режимам (Геллер Ю.А. Инструментальные стали. М.: Металлургия, 1975, с.493-514).

Однако известный способ характеризуется длительностью процесса нитроцементации и недостаточной глубиной упрочняемого слоя. Кроме того, применение известного способа не обеспечивает требуемого распределения твердости.

Известен состав обмазки для твердого цианирования стальных изделий, включающий в себя 50-55 мас.ч. карбамида и 50-45 мас.ч. сажи (а.с. №2250930, кл. C23C 8/76, опубл. 27.04.2005).

Известен состав водной пасты, наносимый на поверхность цементуемых деталей в способе упрочнения, содержащий карбоксиметилцеллюлозу и мочевины (а.с. 1164290, кл. C21D 1/78, C23C 8/76, опубл. 30.06.1985).

Недостатки состава данных смесей в неудовлетворительной укрывистости поверхности, слабой и нестабильной адгезии к поверхности, высокой окисляющей способности и нетехнологичности применительно к деталям сложной геометрической формы и низких свойствах поверхностного слоя.

Наиболее близким к предлагаемому техническому решению является способ химико-термической обработки самонарезов, преимущественно мелкорезьбовых из углеродистых сталей, применяемых для сборки холодильников, включающий нитроцементацию в составе, содержащем карбамид и перлит вулканический, закалку от температуры нитроцементации и отпуск, согласно изобретения нитроцементацию проводят при 900-910°C в составе, дополнительно содержащем трилон Б и полиэтилен при их соотношении с карбамидом и перлитом вулканическим 1:4:10:1, а отпуск закаленных деталей проводят в вакууме 10<sup>-1</sup> мм рт.ст. в течение 45-60 мин, при этом полиэтилен используют в виде мешочком для укладки деталей в состав для нитроцементации (патент № 2015198, C23C 8/32, опубл. 30.06.1994).

Недостатком известного решения является невысокая глубина диффузионного упрочняющего слоя, а также его недостаточная твердость.

Общим недостатком всех известных составов смесей, используемых при способе цианирования и нитроцементации деталей из легированных сталей и титановых сплавов, является высокая токсичность процессов, использование дорогостоящих компонентов, относительно высокая температура процесса по сравнению с другими низкотемпературными процессами (от 550 до 900°C), невысокая глубина упрочняемого слоя (0,05-0,17 мм), а также нестабильность свойств формирующихся диффузионных слоев.

Технической задачей изобретения является разработка нового более эффективного,

экологически чистого и более производительного процесса цианирования стальных деталей и изделий.

Техническим результатом предлагаемого решения является получение упрочняющих диффузионных слоев, обладающих высокой микротвердостью и износостойкостью.

5 Технический результат достигается тем, что в способе цианирования стальных или титановых изделий, включающий нанесение на рабочую поверхность изделия диффузионных слоев, содержащих углерод и азот, согласно изобретения нанесение диффузионных слоев осуществляют электроэрозионным легированием графитовым электродом, охлаждаемым азотом.

10 Для достижения технического результата в промышленных масштабах предлагаются методы упрочнения концентрированными потоками энергии, в том числе с использованием электрических разрядов.

Наиболее простым при этом является способ электроэрозионного легирования.

15 Электроэрозионное легирование особенно эффективно для повышения износостойкости изделий из дорогостоящих легированных сталей и титановых сплавов.

Для осуществления предлагаемого технического решения обрабатываемое изделие подвергают электроэрозионной обработке известными способами. В зависимости от исходных физико-химических свойств обрабатываемой поверхности устанавливают режимы обработки и вид легирующего материала - электрода (см. Иванов Г.П. Технология электроискрового упрочнения инструментов и деталей. Машиздат. 1961 г.).

Сущность предлагаемого способа заключается в применении в качестве легирующего электрода графита, охлаждаемого охладителем в виде газообразного азота.

25 При этом происходит насыщение поверхности изделия углеродом путем массопереноса с анода (электрод) на катод (изделие), а в струе азота в зоне искры происходит ионизация  $N_2 - 2N^+$ , атомарный азот растворяется в поверхностном слое металла.

Поскольку в зоне контакта графитового электрода с металлом создается высокая (до 3000°C) температура, то до момента остывания (за счет отвода внутрь металла) успевает осуществляться диффузия атомов как углерода, так и азота на глубину до 0,1 мм, образуя слой повышенной твердости за счет карбонитридного упрочнения.

30 В момент соприкосновения электрода с деталью возникают большие токи короткого замыкания и электрод начинает греться, и, если не производить охлаждение, то электрод может раскалиться и будет происходить налипание капелек материала электрода на обрабатываемую поверхность.

35 Кроме того, происходит окисление нагретого электрода за счет взаимодействия с кислородом воздуха, что приводит к быстрому износу электрода.

Для устранения этого недостатка предлагается производить охлаждение электрода охладителем. В качестве охладителя используют азот, который подают к электроду через специальное сопло.

Пример

40 Исследования режимов электроэрозионного легирования проводили на режущем инструменте из быстрорежущих марок сталей с применением твердосплавных электродов типа BK6, BK8, BK15, T15K6, а также Cr, Ni, сормайт, графит.

45 Опытное опробование упрочненных деталей показало, что наилучший эффект упрочнения режущего инструмента по чистоте поверхности деталей и достигнутой твердости был достигнут при нанесении упрочняющего покрытия графитовым электродом с охлаждением электрода газообразным азотом.

Электроискровое легирование режущего инструмента проводили при следующих параметрах:

- технологический ток, А	- 100
- напряжение холостого хода, В	- 120
- емкость конденсаторов, мкФ.	- 950
- охлаждение электрода	- азот
- твердость материала инструмента, HRC	- 48
- твердость материала 1-го слоя, HRC	- 56

- твердость материала 2-го слоя, HRC - 65  
 - толщина 2-х слойного покрытия, мм - 0,20

Стойкостные испытания режущего инструмента проводили при продольном точении заготовок из стали 30ХГСА на токарном станке. Режущие пластины устанавливались и закреплялись в державках. Режимы резания были следующими: скорость резания  $V=60$  м/мин, подача  $S=0,3$  мм/об., глубина резания  $t=0,75$  мм. В качестве СОЖ применяли 5% водный раствор эмульсола Укринол - 1М. За критерий износа была принята величина фаски износа по задней поверхности  $h=0,4$  мм. Эффективность режущего инструмента определяли по величине коэффициента повышения стойкости, определяемого как отношение стойкости инструмента с покрытием к стойкости инструмента с покрытием по методу способа-прототипа и к стойкости инструмента без упрочнения. При нанесении упрочняющих покрытий в зону контакта электрода с инструментом через специальное сопло подавали газообразный азот.

Микроисследованиями установили, что вся поверхность имела равномерное электроэрозионное покрытие, между отдельными участками разрывов не наблюдалось.

Данные по износостойкости приведены в таблице.

Способ упрочнения	Легирующий материал	Время работы инструмента, мин.	Коэффициент износостойкости
2-х слойное электроэрозионное	графитовый электрод с газообразным $N_2$	325	2,16
2-х слойное электроэрозионное	ВК6 - верхний слой, Ni-Cr - нижний слой (обдув - газообразный азот)	340	2,26
обмазка для цементации (по прототипу)	смесь, указанная в прототипе, в т.ч. графит и мочевины	210	1,40
однослойное электроэрозионное покрытие	ВК6	240	1,60
контрольные без упрочнения	-	150	1,00

Как видно из приведенных в таблице данных, коэффициент износостойкости инструмента, обработанного по предлагаемому техническому решению выше в 2,16-2,26 раза в сравнении с обычным термозакаленным инструментом и в 1,5-1,6 раза выше обработанных по способу-прототипу.

В результате электроэрозионной обработки на рабочей поверхности изделий был сформирован износостойкий диффузионный карбонитридный слой.

Предлагаемое техническое решение позволяет существенно повысить износостойкость и жаропрочность изделий из дорогостоящих легированных сталей и титановых сплавов, что существенно повышает эффективность применения изделий из этих материалов.

Таким образом заявляемое техническое решение полностью выполняет поставленную задачу.

Достоинством данного технического решения является:

- высокая прочность сцепления нанесенного материала электрода с инструментальной основой за счет взаимного диффузионного механического перемешивания;
- возможность локального нанесения покрытия без специальной защиты остальной поверхности;
- отсутствие изменений физико-механических свойств деталей;
- возможность использования взамен традиционного энергозатратного химико-термического процесса цианирования;
- экологическая чистота в сравнении с химико-термическим цианированием.

#### Формула изобретения

Способ цианирования стальных или титановых изделий, включающий нанесение на рабочую поверхность изделия диффузионных слоев, содержащих углерод и азот, отличающийся тем, что нанесение диффузионных слоев осуществляют электроэрозионным легированием графитовым электродом, охлаждаемым газообразным азотом.



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** (11) **2 349 432** (13) **C2**  
Опубликовано на CD-ROM: **MIMOSA RBI 2009/08D** **RBI200908D**

(12) **ИЗВЕЩЕНИЯ К ПАТЕНТУ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ**

---

**ММ4А** Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **16.03.2009**

Дата публикации: **10.09.2011**

---

R U 2 3 4 9 4 3 2 C 2

R U 2 3 4 9 4 3 2 C 2